

ワイヤ放電加工機の紹介

三重大学工学部工学研究科技術部

○中川浩希, 龍田雅夫, 上野素裕, 鈴木義和

nakagawa@mach.mie-u.ac.jp

1. はじめに

ワイヤ放電加工機は、ワイヤ電極と加工物との間の放電現象を利用して加工を行う工作機械で、二次元形状の微細加工や精密加工を行うことが可能である。

工学部・工学研究科 実験・実習工場には、1990年からワイヤ放電加工機が導入されており、実験装置や治工具、試験片の製作において、切削加工では困難である材質および形状の加工を行ってきたが、位置決め精度の低下や、加工電源とNC装置の故障が起こる頻度が増えてきたため、これからの教育・研究の充実と作業委託の需要に対応するため、2011年3月にワイヤ放電加工機（三菱電機株式会社製NA1200型）が新規に導入された。本報告では、NA1200の概要と仕様、ワイヤ放電加工の原理と特徴、本機を使用した実際の加工および加工品について紹介する。

2. ワイヤ放電加工機NA1200の概要と仕様

2.1 概要

本機は、機械本体、加工電源・NC制御装置、加工液供給装置のユニットで構成されている。

図1に、ワイヤ放電加工機NA1200の写真を示す。

(1) 機械本体

機械本体には、駆動系として、ストレート加工をするためのX、Y軸及びZ軸と、テーパ加工で用いるU、V軸がある。その中で高精度位置決めを行うため、X、Y軸にリニアモータが搭載され、最新のドライブシステムが組み込まれている。加工部には、工作物を安定して固定するための一体口の字型定盤と、ワイヤ電極を安定供給するためのワイヤガイドが取り付けられている。また、加工液として誘電体の水を使用するが、加工部への供給が安定している浸漬方式（ドブ漬け方式）となっている。

(2) 加工電源・NC制御装置

加工電源は、加工エネルギーの供給と、放電状態の検出やパルス出力制御による加工の安定化制御を行っている。また、加工状態を自動的に検出し、最適な加工条件に切り換えるなどのインテリジェントな制御を搭載している。このため、加工時間を従来機比で最大30%短縮している。また、ワイヤ消費量、消費電力量においても低減化がされている。

NC制御装置には、簡易型ではあるが、加工プログラム（NCデータ）作成のための2DCADおよびCAMが内蔵され、NCデータによる駆動制御を行っている。また、USB外部入出力端子があるため、机上のパソコンでCADデータを作成後、USBメモリでCADデータの入出力や、NCデータの入出力が可能である。

(3) 加工液供給装置

本機は、加工液として水（水道水）を使用するが、加工液供給装置のイオン交換樹脂によって、加工液の水質（導電率）制御が適切に行われ、安定した加工を実現している。



図1 ワイヤ放電加工機 NA1200

2. 2 仕様

本機は、高剛性の構造体であり、概要で述べた各ユニットを有することで、高速で高精度な加工と良好な仕上げ面が得られる。そこで、これらを実現するための主要となる仕様を表1に示す。

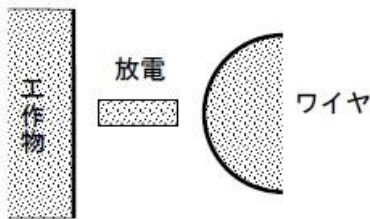
表1 主要となる仕様

最大工作物寸法	(mm)	810×700×215
工作物許容質量	(kgf)	500
テーブル寸法	(mm)	650×550
各軸移動量 (X×Y×Z)	(mm)	400×300×220
各軸移動量 (U×V)	(mm)	±60×±60
制御軸数		最大同時4軸
最小設定単位		0.1 μm
最小駆動単位		0.1 μm
最大テーパ角度		15° (最大200mmにおいて)
使用ワイヤ電極径	(mm)	0.1~0.3
質量 (電源, 制御装置, 加工液供給装置含む)		3000kgf

3. ワイヤ放電加工の原理と特徴

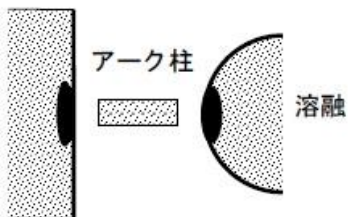
3. 1 加工の原理

ワイヤ放電加工で、工作物が加工される原理を図2に示す。



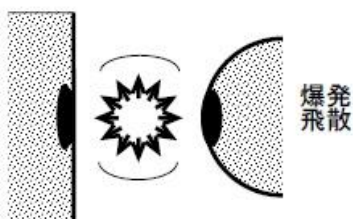
(1) 火花放電の発生

ワイヤと工作物のすきま(極間)が十数μmに達すると、極間にかかっているパルス電圧によって、脱イオン水で保たれていた極間の絶縁が破壊され、そこに火花放電が発生する。



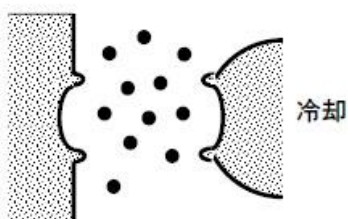
(2) 工作物の溶融

火花放電が発生した箇所にパルス電流が流れ込み、電流が持続するアーク柱(熱の柱)となり、アーク柱を中心として、ワイヤと工作物の一部が数千度の高熱にさらされて溶融が始まる。



(3) 爆発・溶融金属の飛散

アーク柱を中心として、アーク柱を取り巻いている加工液も急激に温度上昇し、即座に気化し急激な体積膨張を起こす。よって、極間の一部に爆発現象が発生し、工作物およびワイヤ表面の溶融金属を吹き飛ばす。



(4) 極間の冷却・スラッジ排除

電流の供給が終わると同時に極間にはきれいな加工液が流入し、溶融金属は冷却されて、細かな粒となって洗い流され、凹みが残る。極間は再び絶縁が回復し、次のパルス電圧の供給を待つ。

図2 ワイヤ放電加工の原理

上記のように、電圧パルス1発ごとに金属の溶融と除去が行われ、これが毎秒数十万回繰り返され形状が成形されることで、加工が行われている。

3. 2 ワイヤ放電加工の特徴

ワイヤ放電加工は、工作物を溶融させながら加工する工作機械で、切削加工や研削加工とは全く違う加工法である。その主な特徴を示す。

- (1) 基本的に導電体の材料であれば、どんなに硬い材料でも加工が出来るとされている。
- (2) ワイヤと工作物の非接触加工であり、特別な工具を準備する必要がない。
- (3) NCプログラムが作成できる加工形状であれば、複雑な曲線形状の加工が可能である。
- (4) 切断幅が微小（ワイヤ線径（ $\phi 0.1\sim 0.3\text{ mm}$ ）+放電ギャップ（数 $\mu\text{ m}$ ~数十 $\mu\text{ m}$ ））であるため、切削加工では困難な微細加工や薄板加工が可能である。

4. 本機を使用した実際の加工

実験・実習工場に、作業委託される加工品は、様々な材質や、その形状が簡単なものから複雑なものまで多種である。そこで、それらに対応するための、本機を使用した加工手順を以下に示す。

- (1) 机上PCのAutoCADで、加工形状の作図をして、CADデータの作成
- (2) USBメモリで、机上PCから本機へCADデータの入出力
- (3) 本機内蔵CAMでCADデータの読み込み
- (4) 加工工程とNCプログラム生成条件の指定
- (5) NCプログラムの生成
- (6) NCプログラムの加工工程確認と加工モニタへの転送
- (7) 機械本体の定盤への加工材料の固定と、加工開始点の位置決め
- (8) 電気条件の確認と調整
- (9) 加工開始

最近のNCを搭載した工作機械による機械加工では、目的の形状を加工するためのNCプログラムをCAD・CAMで作成することが多くなってきている。また、ワイヤ放電加工では、工作物の材質や板厚、形状によって最適な加工条件を設定することが重要である。そこで本機NA1200を使用した実際の加工においても、内蔵されている2DのCAD・CAMを使って、NCプログラムを作成できることや、荒加工の加工条件を自動設定する機能が備わっているため、その優れた機能を活用してワイヤ放電加工を行っている。

5. 加工品例

これまでに、実験・実習工場においてワイヤ放電加工機NA1200を使用して製作した加工品例を図3、4に示す。

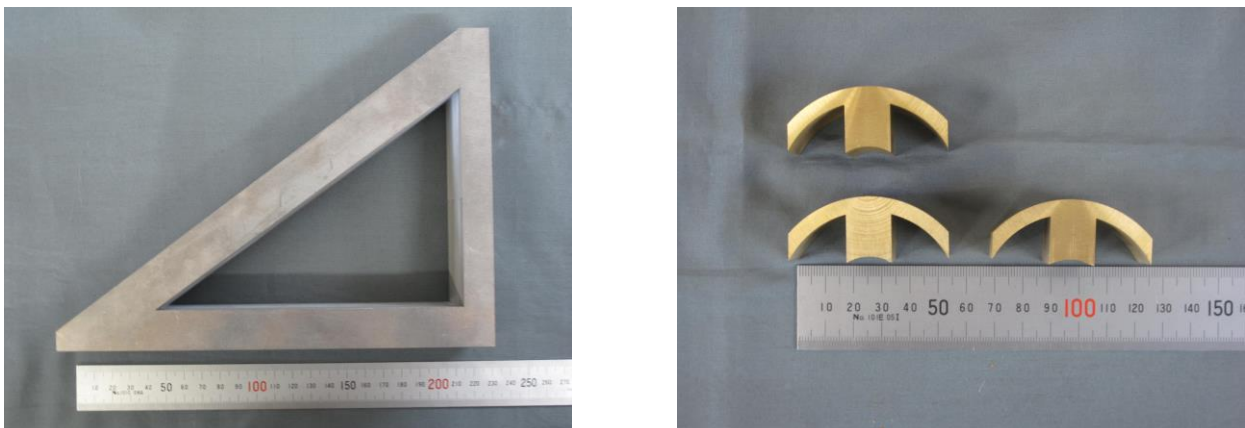


図3 加工品例

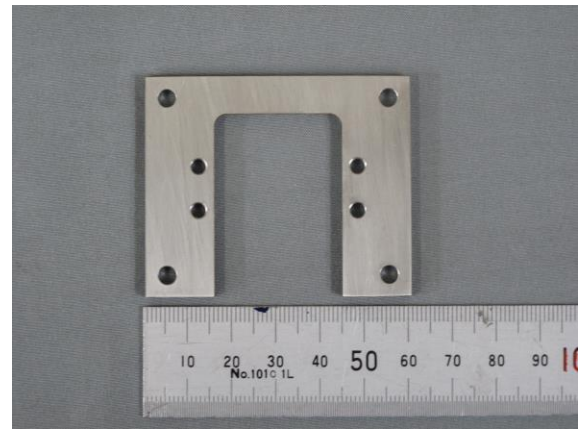
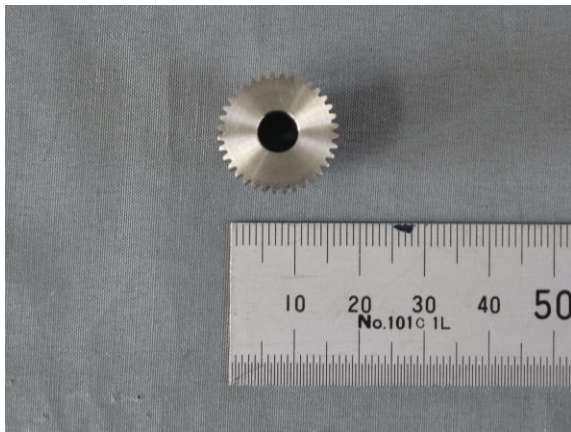


図4 加工品例

6. おわりに

ワイヤ放電加工機を使用して、切削加工では困難な材質の加工や、高精度加工あるいは微細加工を行っているが、最新鋭のワイヤ放電加工機が導入されたことで、前機種と比べ機械の性能や作業性が格段に向上したため、以前より良好な仕上げ面と加工精度が得られ、加工時間についても時間短縮が行えるようになった。

今後も、作業委託による実験装置の製作などを積極的に受け入れ、本機の性能を十分に発揮し、有効利用していきたい。また、ワイヤ放電加工を工学実験および実習にとり入れ、ワイヤ放電加工技術を多くの学生が体験できる内容とすることで、これからの教育・研究に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 三菱ワイヤ放電加工機 NAシリーズカタログ, 2010 三菱電機株式会社
- 2) 三菱ワイヤ放電加工機 セミナーテキスト, 加工機操作説明 三菱電機株式会社
- 3) 岩崎健史, 和田光悦, これから使う最新鋭ワイヤ放電加工機の基礎のきそ, 機械技術, Vol. 59 No. 7, pp. 70-74 (2011)